

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування (6.050502 - Інженерна механіка)
на тему: Трубний млин з розробкою між камерної перегородки

Виконав (-ла) студент (-ка) 4 курсу, групи ЛП-51-1
(шифр групи)

Ройко Роман Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник Лелека С.В.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ

доцент Ковтун І.М

МОДЕРНІЗАЦІЯ

д.т.н Щербина В.Ю

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

старший викладач Борщик С.О

РЕЦЕНЗЕНТ

к.т.н Сідоров
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

_____ (підпис)

Київ 2019 рік

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра _____ хімічного, полімерного і силікатного машинобудування _____

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність __6.050502- інженерна механіка (6.050503 - машинобудування) _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2019 р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

(П.І.Б.)

1. Тема проекту ____ Трубний млин з розробкою між камерної перегородки _____

керівник проекту ____ Лелека С.В _____

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 201 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту « _____ » _____ 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах .		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Реферат

Метою даної дипломної роботи являється покращення ефективності роботи трубного млина.

Суть роботи полягає в тому, що після детального розгляду принципу роботи і проведеного ряду розрахунків, була встановлена необхідність проведення модернізації.

Трубні млини застосовуються для мілкового подрібнення матеріалів в цементній та гірничій промисловості.

Принцип роботи трубного млина полягає в тому, що матеріал, поступаючи у барабан з мелючими тілами, подрібнюється. Подрібнення матеріалу відбувається за рахунок сил тертя та удару, в результаті контакту його частинок з мелючими тілами та футеровкою.

Під час роботи над дипломною роботою було проведено кінематичні та параметричні розрахунки трубного млина та розрахунки на міцність окремих його елементів. Виконані креслення загального вигляду млина та певних деталей і вузлів.

Для покращення ефективності роботи трубного млина була проведена його модернізація. З розглянутих патентів обрано патент №188280, метою якого є покращення якості готового продукту шляхом підвищення пропускної здатності. Це досягається за рахунок модернізації міжкамерної перегородки .

В роботі приведена технологічна лінія виготовлення сірчаного колчедану. Також додаються розроблені правила техніки безпеки на виробництві та охорона навколишнього середовища.

					ЛС81.103112.01-60ПЗ	Арку
Изм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		

Реферат

Целью данной дипломной работы является улучшение эффективности работы трубной мельницы.

Суть работы заключается в том, что после детального рассмотрения принципа работы и проведенного ряда расчетов, была установлена необходимость проведения модернизации.

Трубные мельницы применяются для мелкого измельчения материалов в цементной и горной промышленности.

Принцип работы трубной мельницы заключается в том, что материал, поступающий в барабан с мелющими телами, измельчается. Измельчение материала происходит за счет сил трения и удара, в результате контакта его частичек с мелющими телами и футеровкой.

Во время работы над дипломной работой было проведено кинематические и параметрические расчеты трубной мельницы и расчеты на прочность отдельных ее элементов. Выполнены чертежи общего вида мельницы и определенных деталей и узлов.

Для улучшения эффективности работы трубной мельницы была проведена ее модернизация. С рассмотренных патентов выбран патент №188280, целью которого являются улучшения качества готового продукта путем повышения пропускной способности. Это достигается за счет модернизации межкамерной перегородки.

В работе приведена технологическая линия изготовления серного колчедана. Также прилагаются разработанные правила техники безопасности на производстве и охрана окружающей среды.

					ЛС81.103112.01-60ПЗ	Арку
Изм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		

The abstract

The purpose of the given degree work is improvement of an overall performance of a trumpet mill.

The essence of work consists that after detailed consideration of a principle of work and lead of some calculations, necessity of carrying out of remodelling has been established.

Trumpet mills are applied to fine levigating materials in cement and a mining industry.

The principle of work of a trumpet mill consists in that the material, acting in a drum head with мелющими bodies, is levigated. Levigating of a material occurs on the account of frictional forces and impact, as a result of its contact elements with grinding bodies and fettling.

During work above degree work it has been lead kinematic and parametrical calculations of a trumpet mill and calculations on durability of its separate elements. Executed plotting of a general view of a mill and the certain component parts and units.

For improvement of an overall performance of a trumpet mill there was its lead remodelling. About the considered patents are selected the patent №188280 which purpose are improvements of quality of a ready product by increase of a capacity. It is reached due to remodelling between chember parting walls.

In work the resulted technological line of manufacturing brazil. The developed safety instructions on manufacture and preservation of the environment also increase.

					<i>ЛС81.103112.01-60ПЗ</i>	Арку
Изм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

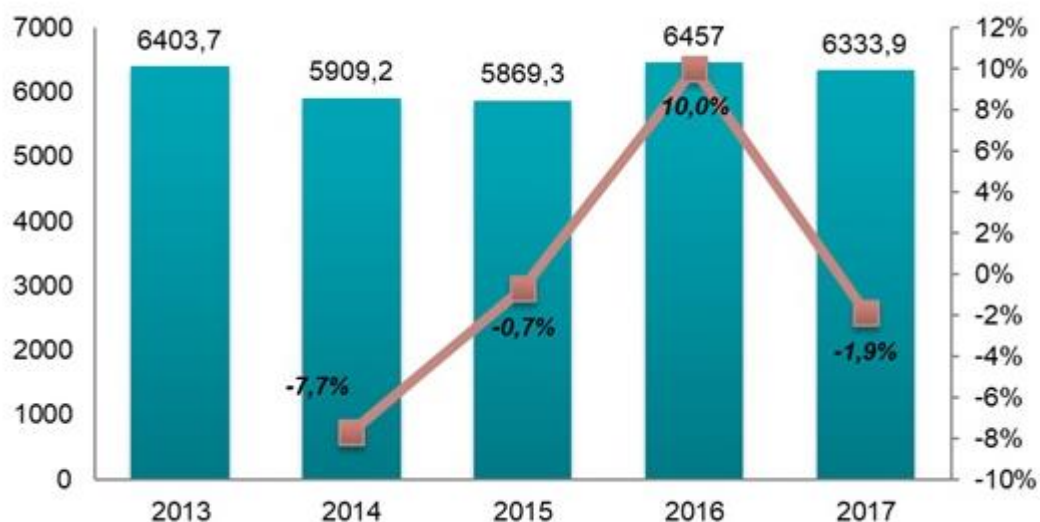
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИРОБУ, ЯКИЙ ПРОЕКТУЄТЬСЯ.....	5
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБНОГО МЛИНА.....	8
3 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ.....	9
4 ЛІТЕРАТУРНО - ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	11
4.1 Висновок по літературно-патентному огляду	30
5 РОЗРАХУНКИ.....	31
6 РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ	33
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	42
8 ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У виробництві цементу, кераміки та скла та гірничій промисловості широко використовуються кульові млини.

В останні роки імпорту клінкеру цементного і самого цементу зростає, а ось імпорту вогнетривких бетонних сумішей в минулому році знизився. Головною країною по імпорту клінкеру та цементу була до війни Росія. Обсяг імпорту цементу за минулий рік перевищив обсяг імпорту за минулі 4 роки. Новим партнером по імпорту цементу стала Білорусія, обсяг імпорту цементу в Україну з Білорусії складає 81%, тому що Білорусія створила більш вигідні умови.



Ринок цементу з року в рік в Україні зростає, тому що зростає будівництво бдівель і споруд. Також розглядається питання про перехід на цементобетонне покриття доріг.

Для виробництва цементу задіяне різноманітне обладнання, серед якого важливу нішу займають трубні млини. Зважаючи на великі об'єми виробництва цементу та високу рентабельність є очевидним, що модернізація трубних млинів з метою їх покращення є надзвичайно актуальною задачею якій і присвячена ця робота.

У проекті описано технологічну схему для виготовлення сірчаного колчедану, обґрунтовано вибір апарата і його складальних одиниць. Проведено

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

літературно-патентний пошук,. Виконано параметричний розрахунок. Проведені розрахунки: кінематичні і міцнісні, які забезпечують працездатність і надійність конструкції.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИРОБУ, ЯКИЙ ПРОЕКТУЄТЬСЯ

Технологічна лінія виробництва цементу, яка використовується на більшості великих підприємствах приведена на рис. 1.1

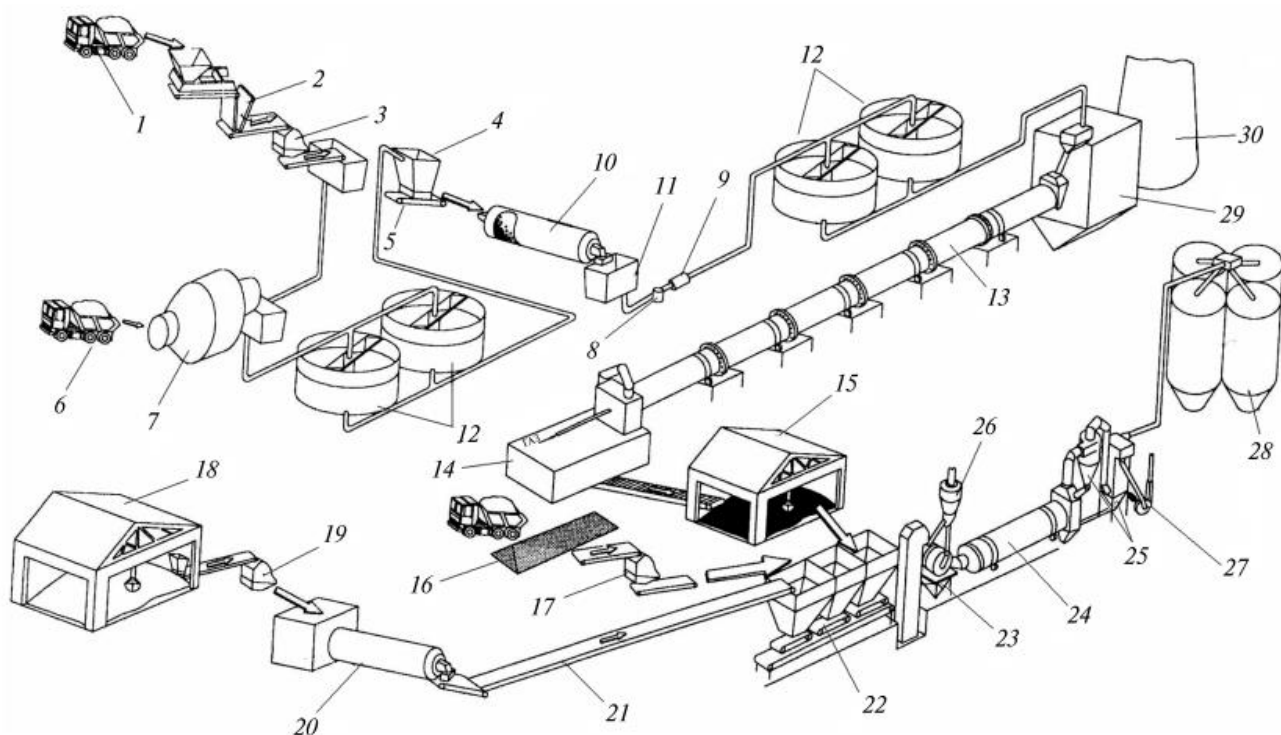


Рис 1.1 – Технологічна лінія для виробництва цементу

Сировина добувається з власних кар'єрів заводів, звідки доставляється на склад сировинного цеху, який обладнаний грейферними кранами, прийомними бункерами і силосами для зберігання запасів. Сюди ж додатково потрапляють залізовмісні добавки (Fe_2O_3). Потім крейда і глина надходять в млин «Гідрофол» 7, де подрібнюються і одночасно розмочується. Далі сировину відправляють в глиномішалку, куди підводиться вода. Відбувається утворення глиняного шлам. Після глиномішалок глиняний шлам за допомогою насоса подають по трубопроводу в млин «Гідрофол», до якого також подається вода. Тут

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

утворюється шлам з вмістом води близько 40%. За допомогою насоса шлам відкачується з млина, проходять крізь сито і подається в трубний млин 10.

В трубному млину 10 відбувається стирання сировинного шламу. Потім шлам з вологістю 40% виходить з млина і надходить у вертикальні шламові басейни висотою 20 м, де відбувається коригування його складу шляхом додавання шламів з великим або меншим вмістом компонентів - так зване порційне коригування. Також існує поточне коригування, при якому готують два шлами, що відрізняються за складом і коефіцієнту насичення. Коригування складу досягається шляхом змішування компонентів в необхідному співвідношенні, в горизонтальних шламбасейнах 12 більшої місткості. Готовий шлам інтенсивно перемішують за допомогою стиснутого повітря.

З вертикального шламового басейну матеріал за допомогою насоса перекачується в горизонтальні басейни. Після перевірки відповідності складу шламу заданим показниками він подається на шламовий живильник 21 обертової печі. Для ефективної експлуатації печей необхідно подавати на випал сировинну суміш оптимального і постійного складу. Від цього залежать продуктивність печі, питома витрата теплоти на випал, термін служби футеровки, якість цементу.

У обертову підводиться природний газ (CH_4). З печі виходять гранули, які подаються в колосниковий холодильник 14, де клінкер охолоджується з температури 1350 до 200 ° С. Звідси по ковшового транспортеру клінкер надходить на склад відкритого типу, де створюється його проміжний запас, що забезпечує безперебійну роботу заводу. Разом з тим витримування клінкеру на складі підвищує якість цементу. Сюди ж подають гіпсовий камінь і доменний шлак. Шлак надходить на підприємство залізничним транспортом, а потім машинами 1 доставляється в цех підсушування шлаку 22. З шлаку, перед відправкою на склад клінкеру, попередньо видаляється волога в сушильному барабані 20, відпрацьований енергоносіє за допомогою електрофільтру 29 і димососа 8 видаляється в атмосферу. Потім клінкер висипають в бункер цементного млина 28, звідки по тарілчастим живильники він надходить в млин 24 для помелу цементу, де і відбувається його помел. З цементного млина за

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою пневмонасоса цемент по трубопроводу надходить в повітряно-прохідний сепаратор для виділення готового продукту, що направляється в цементні склади (цегляні або металеві), і крупки, які повертаються в цементний млин на домол.

При мокрому способі виробництва процес подрібнення матеріалів спрощується, легше досягається однорідність суміші, надійніше і зручніше здійснюється транспортування шламу, створюються кращі санітарно-гігієнічні умови праці. Ці обставини зумовили широке поширення мокрого способу виробництва у вітчизняній цементній промисловості (85% загального випуску клінкеру). Однак введення в шлам значної кількості води (від 30 до 50% від маси шламу) веде до різкого підвищення витрат теплоти на її випаровування, що на 30 ÷ 40% більше, ніж при сухому способі виробництва. Внаслідок цього зростають габарити і металоємність печей, оскільки значна частина їх виконує функції випарника води з шламу.

Висновки:

- розглянуто технологічну лінію виробництва цементу мокрим способом
- визначено, що трубний млин, є важливою та невід’ємною складовою розглянутої технологічної лінії.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБНОГО МЛИНА

Технічна характеристика несе в собі особливу інформацію про апарат. Саме за цими показниками проводиться порівняння зразка з подібними йому та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники Трубного млина наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика трубного млина

1. Внутрішній діаметр барабана	<i>M</i>	2,2
2. Довжина барабана	<i>M</i>	13
3. Товщина обичайки барабана	<i>M</i>	0,05
4. Число обертів млина	<i>об/хв</i>	21,4
5. Ступінь розвантаження тілами, що мелють		0,3
6. Середня насипна вага тіл, що мелють	КН/м ³	45,6
7. Відстань між осями підшипників	<i>M</i>	14,7
8. Маса кульового завантаження	<i>T</i>	210
9. Маса корпусу з футеровкою, загрузочною та розвантажувальною частинами і діафрагмою	<i>T</i>	165

3 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

Трубні млини в промисловості в галузі основному на цементних заводах.

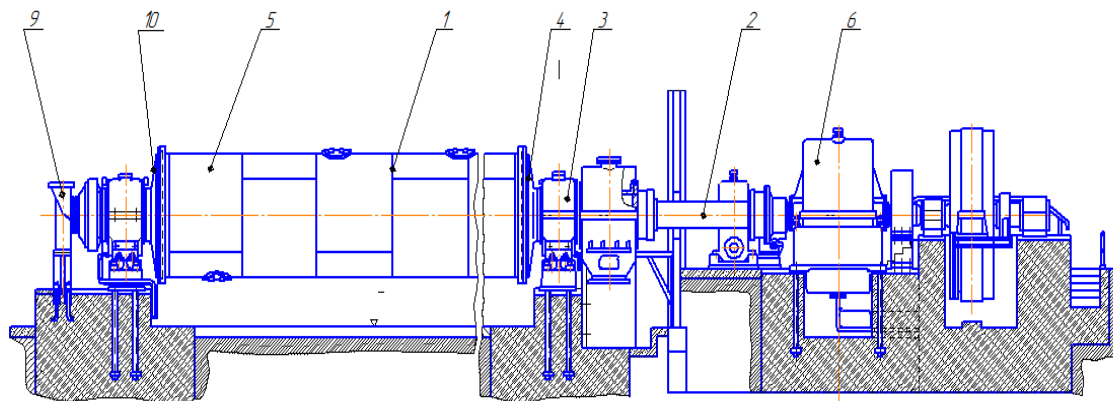


Рис 3.1 Конструкція трубного млина

Барабан 1 млина зварений з листової сталі товщиною 26 мм і закритий з двох сторін торцевими днищами 2. Днища відлиті заодно з порожнистими цапфами, якими млин спирається на литі чавунні підшипники з бабітовим заливом. Підшипники мають централізовану систему змащення і забезпечені водяним охолодженням.

Внутрішня поверхня барабана і торцевих днищ облицьована бронею з марганцевістий сталі. Барабан млина розділений перегородками 3, 6 і 7 з отворами на кілька сполучених між собою камер. У розвантажувального днища встановлена діафрагма, що складається з перегородки з отворами, пустотілого конуса 8 і приварених до нього радіально спрямованих лопатей.

У корпусі млина проти кожної камери зроблені овальні отвори - люки, що закриваються кришками 10, шарнірно прикріпленими до корпусу. Через ці люки в млин завантажують мелючі тіла.

У перших двох камерах тілами, що мелють служать металеві кулі, в інших – сталеві циліндри. Млин приводиться в рух від електродвигуна 11 через двуступеневий редуктор 12 і вал центрального приводу. Патрубок служить для приєднання млини до аспіраційної системи.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги – невеликі експлуатаційні витрати.

Недоліки – мала пропускна здатність міжкамерної перегородки перегородки.

Висновки:

- розглянуто базову конструкцію, її основні частини та принцип дії
- визначено переваги та недоліки трубних млинів базової конструкції.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						10
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4 ЛІТЕРАТУРНО - ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

З метою вдосконалення базової конструкції млина було здійснено літературно патентний пошук для вирішення конструктивного рішення по удосконаленню міжкамерної перегородки.

Міжкамерна перегородка багатокамерного трубного млина[7]

Відома міжкамерна перегородка багатокамерного трубного млина, що містить перфорований і суцільний диски, між якими паралельно осі млина встановлені лопати, і аспіраційний патрубок, має той недолік, що поряд з добре підготовленим матеріалом через неї проходить і великий, розміром 10 -1 5 мм. Пропонована перегородка дозволяє розділяти подрібнений матеріал на велику й дрібну фракції з подачею їх у відповідну камеру.

Досягається це тим, що над кожною лопаттю під кутом до неї змонтована радіально встановлена перфорована лопата. У центральній частині перегородки розташоване розвантажувальне пристрій з похилими поверхнями, з яких зовнішні спрямовані в бік камери грубого помелу і мають вікна для проходу дрібної фракції на внутрішні поверхні, а останні - направлені в бік камери тонкого помелу.

На кресленні представлена міжкамерная перегородка з класифікуючим пристроєм. Перегородка представляє собою збірну конструкцію, що складається з двох поперечних паралельно встановлених дисків - перегородок з отворами в центральній частині для розміщення аспіраційного патрубку. З боку камери грубого помелу встановлено диск, що складається з перфорованих секторів , а з боку камери тонкого помелу - диск, що складається із суцільних секторів 2. Між дисками в радіальному напрямку встановлені перфоровані лопаті 3 з отворами будь-якої геометричної форми і неперфорванні лопаті 4. По відношенню до осі млини лопаті розташовані відповідно паралельно і під кутом α , причому перфоровані лопаті 3, що знаходяться з боку підйому матеріалу, розташовуються над суцільними лопатями 4.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

У центрі перегородки змонтовано розвантажувальне пристрій 5, що складається з двох пустотілих зрізаних конусів, зовнішнього 6 і внутрішнього 7. Зовнішній конус спрямований своєї вершиною в бік камери грубого помелу, а внутрішній 7 - в бік камери тонкого помелу. В конусі 6 є вікна 8, призначені для проходу дрібної фракції розмелюють матеріалу на поверхню внутрішнього конуса 7. Розвантажувальне пристрій може бути виконано також у вигляді похилих поверхонь. Для великої фракції матеріалу похилі поверхні направлені в бік камери грубого, а для дрібної фракції - в бік камери тонкого помелу.

У центрі пристрою 5 встановлено аспіраційний патрубок 9 з гвинтовими лопатями 10. Сектора 1 і 2 перегородки кріпляться до корпусу млина 11 і фіксуються в центрі накладками 12.

Працює пристрій наступним чином. Подрібнюваний матеріал з камери грубого помелу через отвори секторів 1 міжкамерної перегородки надходить на лопаті 3, де відбувається його поділ на велику і дрібну фракції шляхом просіювання. Дрібна фракція матеріалу надходить на похилі лопаті 4 і направляється за ним через розвантажувальні вікна 8 на поверхню конуса 7 і далі в камеру тонкого помелу. Велика фракція з перфорованим лопатями 3 спрямовується на зовнішній конус 6, з поверхні якого повертається в камеру грубого помелу.

Предмет винаходу

Міжкамерна перегородка багатокамерного трубного млина, що містить перфорований та суцільної диски, між якими паралельно осі млина встановлені лопаті, та аспіраційний патрубок, який відрізняється тим, що, з метою розділення подрібнюємо матеріалу на велику й дрібну фракції і до подачі їх у відповідну камеру млини, над кожною лопаттю під кутом до неї змонтована радіально встановлена перфорована лопать, причому в центральній частині перегородки розташоване розвантажувальний пристрій з похилими поверхнями, з яких зовнішні спрямовані в бік камери грубого помелу і мають вікна для проходу.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

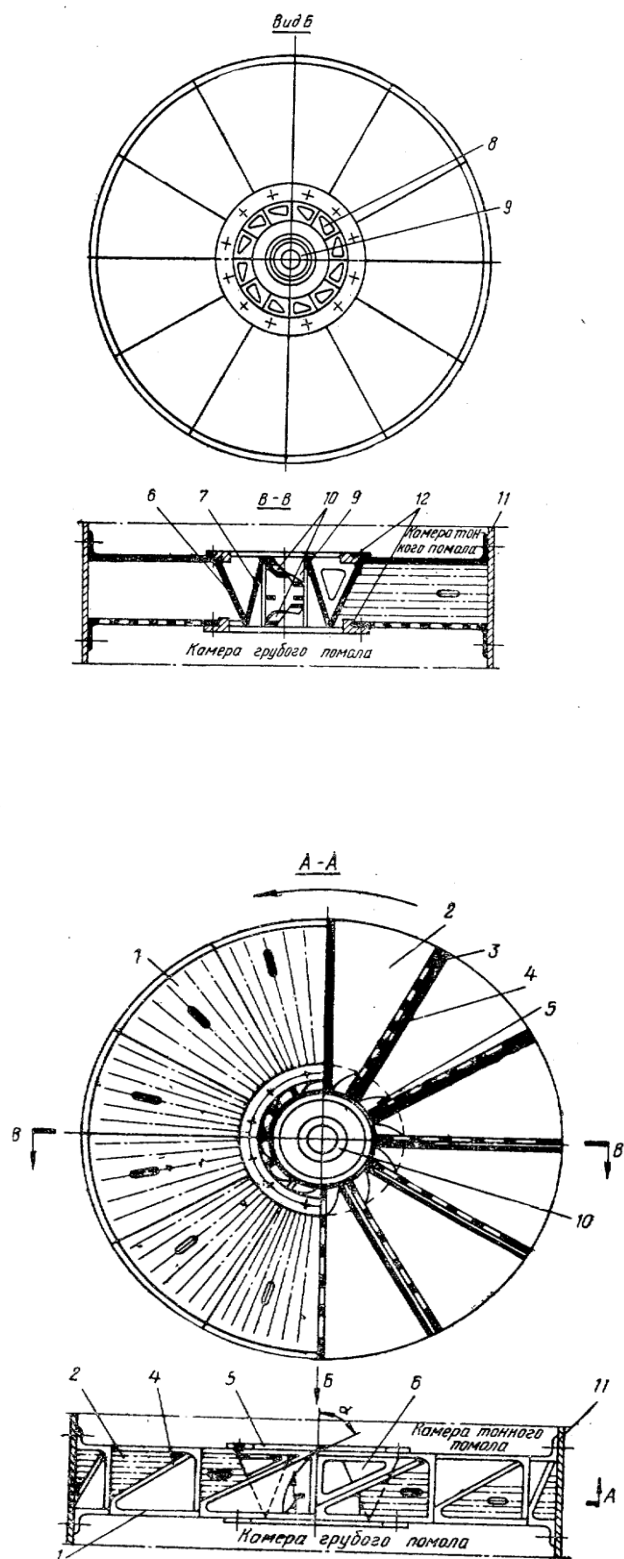


Рис 4.1 Міжкамерна перегородка трубного млина

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.137243.000-70ПЗ

Арк.
13

Міжкамерна перегородка трубного млина[6]

Винахід відноситься до пристроїв міжкамерних перегородок і вихідних ґрат трубних млинів, в яких відбувається тонке подрібнення матеріалів по мокрому або сухому способам виробництва, і може бути застосоване у будівельній, гірничо-рудній та інших галузях промисловості.

Відомі міжкамерні перегородки, що складаються з окремих секторів з щілистими отворами [1].

У цих перегородках забивання щілин боєм тіл, що мелють і розмелюваним матеріалом не спостерігається до тих пір, поки щілину в поперечному перерізі зберігає свою швелероподібну форму.

Проте з часом площини сектора зношуються і щілини втрачають свої "полки", тобто набувають забиту форму.

Слід зазначити також те, що у відомих конструкціях перегородок щілини мають дуже складну форму, що сильно утрудняє виготовлення форм і відливку секторів.

Таким чином, до недоліків відомих міжкамерних перегородок відноситься, з одного боку, втрата "незабиваючої" форми щілини в результаті зносу перегородок

Цей винахід позбавлений зазначеного недоліку і має на меті усунення забиття щілин боєм тіл, що мелють і розмелюєним матеріалом протягом усього періоду експлуатації.

На фіг. 1 зображено ділянку міжкамерної перегородки, що складається з секторів; на фіг. 2 - Те ж, поздовжній розріз; на фіг. 3 - розріз А-А на фіг. 1.

Міжкамера перегородка містить окремі сектори 1, кожен з яких підшоною 2 спирається на внутрішню поверхню корпусу млина. Вільні кінці 3 секторів 1 пов'язані між собою сталевими кільцями (На кресленні не показані). У секторі 1 виконані щелевидні отвори 4, які в поперечному перерізі мають К-подібну форму (фіг. 3), причому вузька частина 5 поперечного перетину щелиноподібних отворів 4 становить 0,25-0,5 широкої частини 6. Одна бічна грань 7 сектору 1 перпендикулярна його робочій площині, а друга грань 8 виконана зі

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скосами. Сектори встановлені з зазором 9, рівним вузької частини 5 щілиноподібних отвори 4, причому бічна грань 8 зі скосами одного сектора межує з бічним гранню 7 без скосів іншого сектора, що обумовлює наявність зазору між секторами К-подібної форми. Форма зазору між секторами аналогічна формі щілиноподібних отворів у секторах.

Кобразна форма зазору між секторами і щілиноподібних отворів у секторах, а також співвідношення вузькій частині щілиноподібних отвори до широкої його частини, рівне 0,25-0,5, обумовлює незабиття щілин, тому що, з одного боку, ця форма забезпечує умови "трампліну" для ковзних по поверхнях секторів матеріал у і тіл, що мелють, а з іншого боку, в запропонованій формі область забивання (вузька частина щілиноподібних отворів і вузька частина зазору між секторами віддалена від периферії.

Таким чином, форма зазору і щілин зберігає "живий" перетин міжкамерної перегородки і вихідні ґрати практично до повного зносу секторів.

Крім того, виконання щілиноподібних отворів К-подібної форми в поперечному перерізі технологічно простіше, ніж виготовлення щілин швеллероподібної або будь-якої іншої відомої форми.

Формула винаходу

Міжкамерна перегородка трубного млина, що складається з окремих секторів зі щелевидними отворами, відрізняються тим, що, з метою усунення забиття щілин боєм тіл, що мелють і розмолюваним матеріалом за весь період експлуатації, щелевидні отвори в поперечному перерізі виконані К-подібної форми, при цьому вузька частина поперечного перерізу щілиноподібного отвору складає 0,25-0,5 широкої його частини, а сектори встановлені з зазором, рівним вузькій частині щілиноподібних отворів, причому одна бічна грань сектора перпендикулярна його робочій площині, а друга - виконана зі скосами.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						15
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

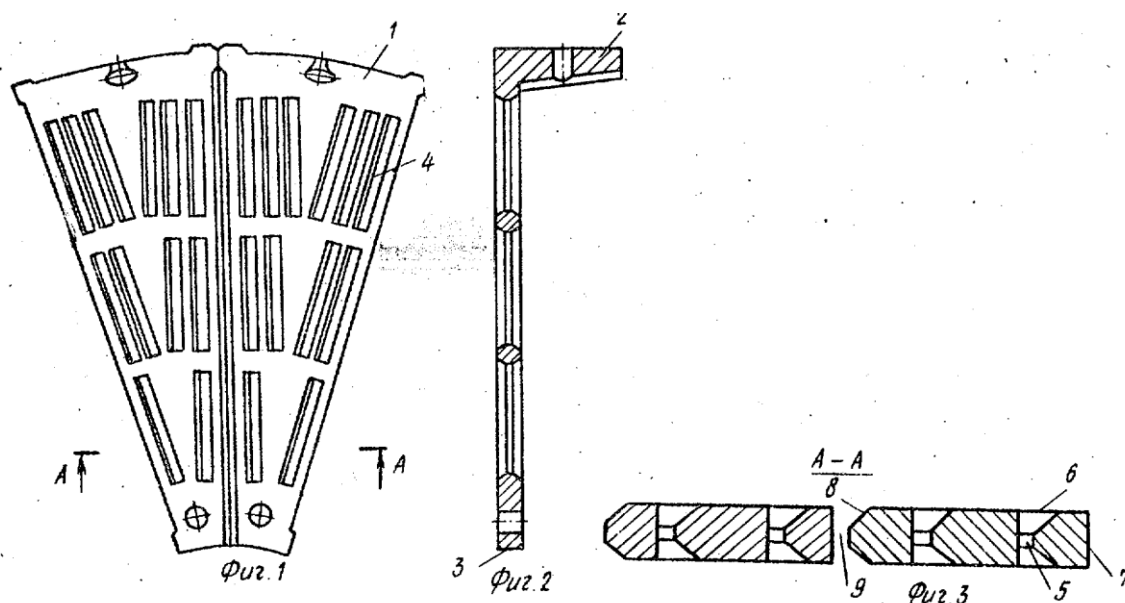


Рис 4.2 Поздовжній розріз

Міжкамерна перегородка трубного млина[8]

Винахід відноситься до міжкамерних перегородок для трубних млинів, в яких відбувається тонке подрібнення матеріалів мокрим або сухим способом.

Відома міжкамерна перегородка, виконана із секцій з щілистими отворами, характеризується складністю виготовлення та низькими експлуатаційними якостями.

Мета винаходу поліпшити технологічні та експлуатаційні якості перегородк

Досягається це тим, що кожна секція перегородки складається зі стрижнів, покладених в одній площині з заданим кроком і скріплених між собою, а щелевидні отвори утворені зазорами між стрижнями і мають задану ширину і форму.

Пропонована між камерна перегородка зображена на фіг. 1-6.

Перегородка складається з секцій 1, набраних зі стрижнів 2, які укладені в одній площині на прокладках 3 та скріплені між собою, наприклад, зварюванням. овальних стрижнів, а на фіг. 3 - з восьмигранника. Форма щілин в останньому випадку дуже благоприємна, тому що внаслідок великого кута розкриття щілин ймовірність їх забивання уламками тіл, що мелють і частинками розмелюваного матеріалу зводиться до мінімуму.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На фіг. 4 показано кріплення стрижнів 2 зварюванням із застосуванням прокладок 3. Прокладки мають форму, близьку до форми щілин (див. фіг. 5). До бічних поверхонь крайніх секцій примикають сегменти 5, виготовлені, наприклад, з листової легованої сталі і доповнюють секції до утворення повного диска. Міжкамерна перегородка закріплюється в млині між тими, що примикають праворуч і ліворуч бронеплитами.

На фіг. 6 зображено стрижень однією з можливих конструкцій. У цьому випадку складання міжкамерної перегородки можна здійснювати без застосування зварювання для скріплення стрижнів. У поперечному перерізі стрижень такої конструкції на більшій частині своєї довжини повинен мати будь-яку з перерахованих вище форм. Через задані інтервали основний профіль стрижня змінюється на пристосування, що забезпечує кріплення стрижнів між собою і створення зазору між ними. Вусики 6 одного стрижня при збірці входять у пази 7 іншого, а виступи 8 обмежують ширину щілин між стрижнями. У зібраному вигляді міжкамерна перегородка складається зі стрижнів, які є хордами круга. Стрижні покладені в одній площині і утворюють диск заданого діаметра. Щелевидні отвори утворені зазорами між стрижнями.

Застосування прокату для виготовлення міжкамерних перегородок дає можливість збільшити їх довговічність.

Предмет винаходу

Міжкамерна перегородка для трубного млина, виконана із секцій з щелевидними отворами, яка відрізняється тим, що, з метою поліпшення її технологічних та експлуатаційних якостей, кожна секція перегородки складається з укладених в одній площині з заданим кроком і скріплених між собою стрижнів, а щелевидні отвори утворені зазорами між стрижнями із заданою шириною і формою.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

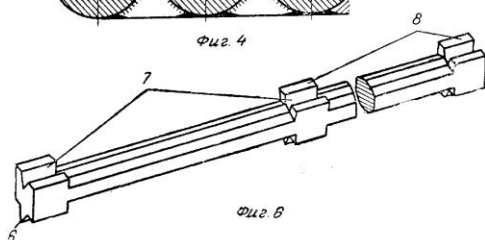
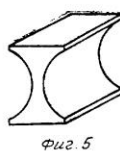
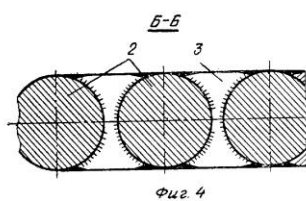
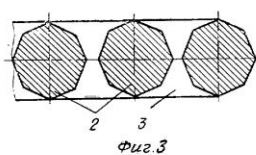
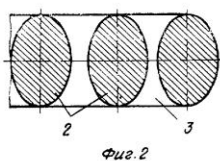
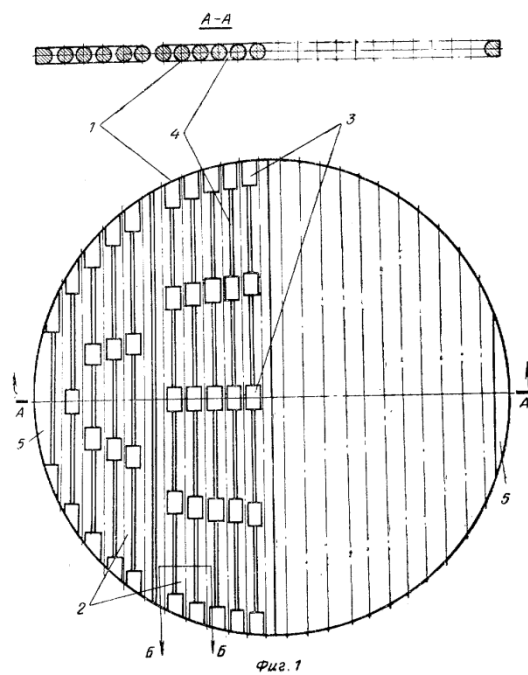


Рис 4.3 Стрижень

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.137243.000-70ПЗ

Арк.
18

Міжкамерна перегородка трубного млина[13]

Міжкамерні перегородки трубних млинів, що складаються з окремих секторів, відомі.

Основними недоліками відомих перегородок є мала пропускна здатність і підвищений гідравлічний опір аспіраційним газам, що утрудняє видалення тонкоподрібнених фракцій з помольних камер.

Мета винаходу - підвищити пропускну здатність, жорсткість і термін служби перегородки.

Досягається це тим, що перегородка виконана із сходинок, утвореними двома сторонами тригранних призм, більша основа яких розташована у периферії, і щілинами, розміщеними на одній зі сторін призм нормально до траєкторії руху матеріалу.

На кресленні показаний сектор перегородки.

Сектор 1 перегородки з центральним кутом α при вершині виконаний ступінчастим. Кожна із ступенів утворена двома сторонами 2 і 3 трикутної призми 4 (кут B між сторонами), більше заснування якої розташовано у периферії перегородки, а менше - у центральній частині, призначеної для з'єднання секторів між собою за допомогою кріпильного кільця.

З метою забезпечення високої пропускної здатності перегородки щілини 5 на одній з бічних сторін призми розташовані по ходу обертання млина і так, щоб частини 5 матеріалу під дією інерційних сил, спрямованих у бік, протилежний обертанню (ω), і сил тяжкості перетинали осі щілин у нормальному напрямку, тобто шлях часток для переходу з однієї камери в другу був найкоротшим. Це досягається зсувом центру, з якого описані ділянки кіл щілин, з точки O в точку O_1 (відповідно радіуси r і r_1 і кут γ між дотичними до дуг, описаним цими радіусами). У період роботи млина кульова завантаження попередньої камери під дією інерційних сил притискається до сторін призм з щілинами, і її рух щодо робочих поверхонь решітки мінімально.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шляхом підбору відповідних кутів між сторонами 2 і 3 виступів в умовах подрібнення матеріалів з різними фізико-хімічними властивостями значно зменшується знос перегородки. Цільпібс в камері притискається до граней без отворів і, отже, не контактує з решітчастою поверхнею, що запобігає забиванню щілин. Таким чином, в запропонованій конструкції практично виключено протитиск на решітчасту частину перегородки з боку цільпібса, що обумовлює різке зниження гідравлічного опору аспіраційних газів в заповненому кулями і цільпібсом просторі млина, прилеглому до міжкамерної перегородки, тим більше, що живий перетин останньої більше живого перерізу відомих плоских перегородок.

Предмет винаходи

Міжкамерна перегородка трубного млина, що складається з окремих секторів, 5 відрізняється тим, що, з метою збільшення продуктивності млина, підвищення пропускної здатності, жорсткості і терміну служби перегородки, остання виконана із сходинок, утвореними двома сторонами тригранних призм, більше підставу яких розташовано у периферії, і щілинами, розміщеними на одній зі сторін призм нормально до траєкторії руху матеріалу.

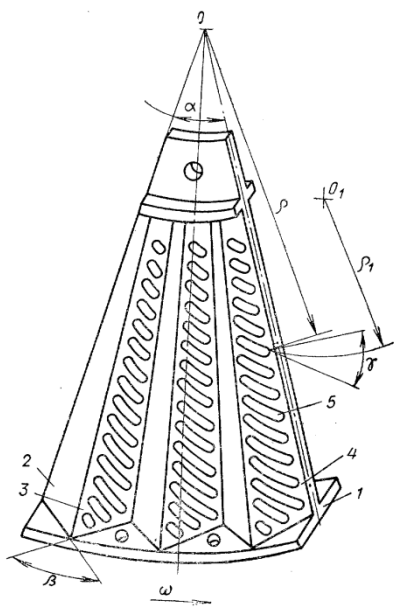


Рис 4.4 Сектор міжкамерної перегородки

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжкамерна перегородка[12]

Відомі міжкамерні перегородки, що містять сектори з щілистими отворами.

Мета винаходу - збільшити термін служби перегородки і усунути забивання робочих щілин секторів боєм тіл, що мелють і размолюваним матеріалом.

Досягається це тим, що кожен сектор виконаний з виступами-відбивачами на радіальних і концентричних міжщелевих робочих площинах, у свою чергу виступи - отражателі виконані у вигляді підйомно-скидаючого трампліну.

На фіг. 1 зображений сектор пропонованої міжкамерної перегородки; на фіг. 2 - те ж, поздовжній розріз; на фіг. 3 - те ж, поперечний розріз; на фіг. 4 - млин, частковий розріз; на фіг. 5-вигляд по стрілці А на фіг. 4.

Виступи-відбивачі 1 виконані заодно з тілом сектора і являють собою уступ на робочій поверхні плоскої частини 2 сектора перегородки, що знижується у бік обертання млина і приймає на себе зношуюче навантаження. Щелевидні отвори 3 виконують роль аспіраційних отворів. Підшвою 4 з отворами сектор прикріплюється до внутрішньої поверхні корпусу млина. У плоскій частині 2 сектора розміщені аспіраційні щілини 3, які з'єднуються між собою. Сталевими кільцями 5 окремі сектори з'єднуються в перегородку або грати в осі-млина. При обертанні млина за годинниковою стрілкою виступами-відбивачами 1 мелють тіла і размелюють матеріал постійно відштовхуються в бік від плоскої частини 2 секторів і від щілиноподібних отворів 3, що знижує до мінімуму їх стирання і можливість попадання в щілини бою тіл, що мелють і матеріалу. Виступи-відбивачі 1 поліпшують умови аспірації як окремих камер млина, так і млина в цілому.

1. Міжкамерна перегородка кульового млина, що містить сектори з щілистими отворами, яка відрізняється тим, що, з метою збільшення терміну служби, кожен сектор виконаний з виступами-відбивачами на радіальних і концентричних міжщелевих робочих площинах.

2. Перегородка за п. 1, яка відрізняється тим, що, з метою усунення забивання робочих щілин секторів боєм тіл, що мелють і размелюють матеріалом, виступи-відбивачі виконані у вигляді підйомно-скидаючого трампліну.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

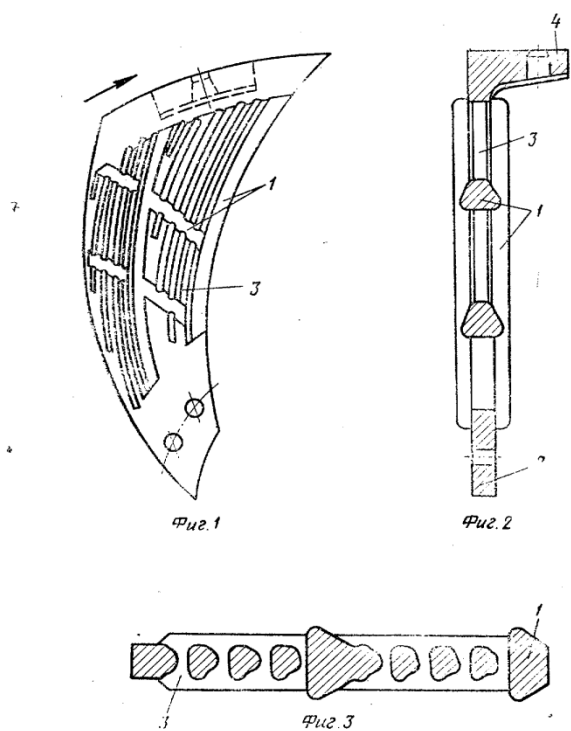


Рис 4.4 Поздовжній переріз

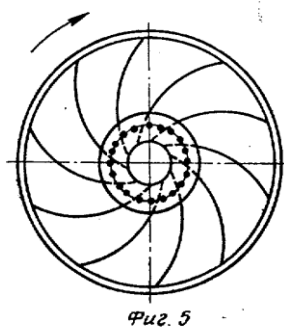
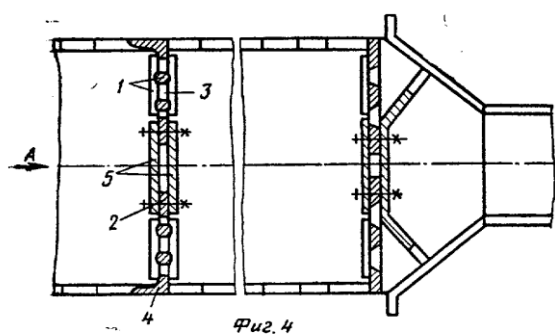


Рис 4.6 Вигляд по стрілці

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.137243.000-70ПЗ

Арк.
22

Міжкамерна перегородка шарового млина[9]

Винахід відноситься до техніки тонкого подрібнення і може бути використано при подрібненні різних матеріалів в промисловості будівельних матеріалів, в гірничорудній, хімічній і енергетичній галузях промисловості. Мета винаходу - підвищення пропускної спроможності перегородки. Міжкамерна перегородка складається з нерухомих стрижнів 4, на які встановлені пружини 5, кінці яких центруються втулками 6, Витки пружини одного стержня встановлені між

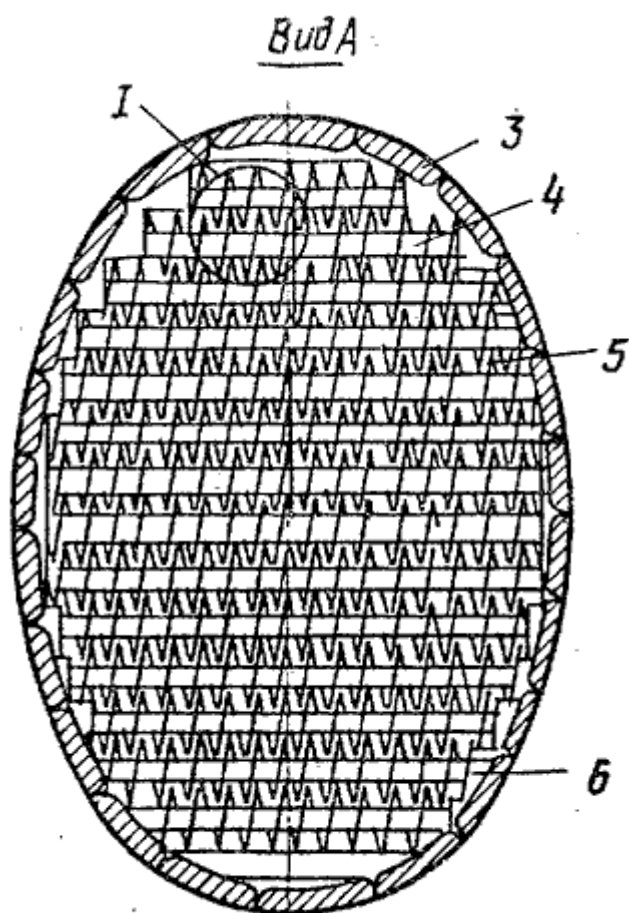


Рис 4.7 Міжкамерна перегородка

Винахід відноситься до обладнання для тонкого подрібнення матеріалів, зокрема до міжкамерних перегородок трубних млинів, і може бути використано в промисловості будівельних матеріалів, гірничої і хімічної промисловості. Цілю

винаходу є підвищення пропускної здатності перегородки. На фіг.1 представлений кульовий трубна млин з похилою міжкамерной перегородкою; на фіг, 2 - вид А на фіг, 1; на Фіг.3 - вузол на фіг.2, Перегородка 1 (фіг, 1) встановлена в корпусі 2 млини, Футеровані броне- плитами 3. Перегородка (фіг.2) складається з нерухомих стрижнів 4, які знаходяться з кроком в одній площині і скріплені між собою, наприклад зварюванням, на кожному стрижні встановлені пружини 5, кінці яких центруються що до стрижня втулками 6, При цьому витки пружини, встановленої на одному стрижні, розташовуються між витками пружин сусідніх стрижнів. Внутрішні діаметри кожної пружини 5 однакові і більше діаметра стрижня 4 на $(2,5 \div 10) \cdot b$, де b - діаметр дроту пружини. Зменшення внутрішнього діаметра пружини менше 2,50 погіршує здатність млина. Збільшення внутрішнього діаметра пружини більше 10 діаметрів дроту пружини призводить до проникнення цільпесу з другої камери в першу, Крок навивки пружини дорівнює двом діаметрам дроту пружини. При збільшенні кроку погіршується жорсткість системи пружин, при зменшенні газу немає можливості перекриття сусідніх пружин витками. Крок розташування стрижнів підбирають так, щоб зазор між зовнішніми діаметром пружини і сусіднім стрижнем був не більший необхідної ширини пропускної щілини перегородки. Міжкамерна перегородка працює наступним чином. В процесі обертання млина шароматеріальна завантаження впливає на перегородку 1 (фіг.1) то з першої, то з другої камери через півоберта млина, так як перегородка являє собою пружну систему пружин 5, то вони сприймають динамічне навантаження періодично з обох сторін перегородки, прогинаючись при цьому, великому прогину пружини заважають стрижні 4 і жорсткість системи пружин, тому діаметр стрижнів 4 менше, ніж звичайної пруткової перегородки 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 мм, так як система пружин сприймає частину шароматеріальне навантаження. Тонко розмелений матеріал проникає між сусідніми витками пружини, причому частково стирається і роздавлюється при прогині системи пружин, Але прогин обмежується проникненням між витками пружини цільпесу, коли внутрішній діаметр пружин більше діаметра стрижня на десять діаметрів дроту пружини.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щілина між стрижнями 4 підбирається так, щоб зазор між зовнішнім діаметром пружини і сусіднім стрижнем був не більший необхідної ширини пропускної щілини перегородки, подрібнюється матеріал а, наприклад, для подрібнення клінкеру в млині 4 х 13,5 м міжкамерна перегородка виконана зі стрижнів діаметра $O = 70$ мм, розташованих з кроком $3 = - = 110$ мм, на них встановлені пружини зовнішнього діаметра $B_{in} = 140$ мм і дроту діаметра $b = 10$ мм, Значить пропускна щілина дорівнює 16 мм, і живий перетин перегородки складе 27, Пропоноване технічне рішення забезпечує ефективність процесу очищення щілин перегородки, збільшує живий перетин перегородки, що підвищує її пропускну здатність

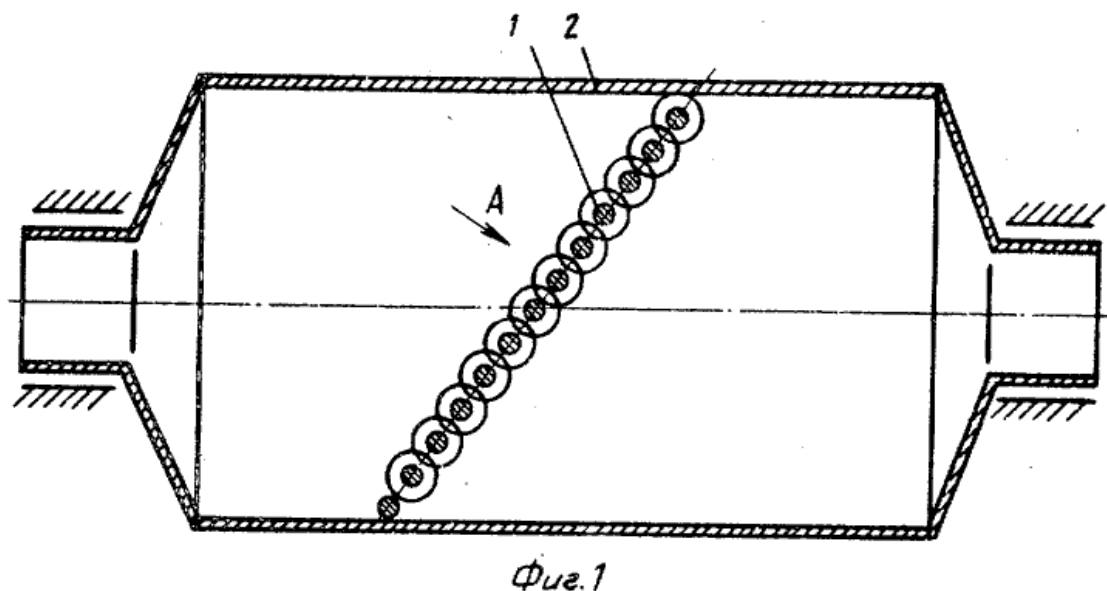


Рис 4.8 Трубний млин

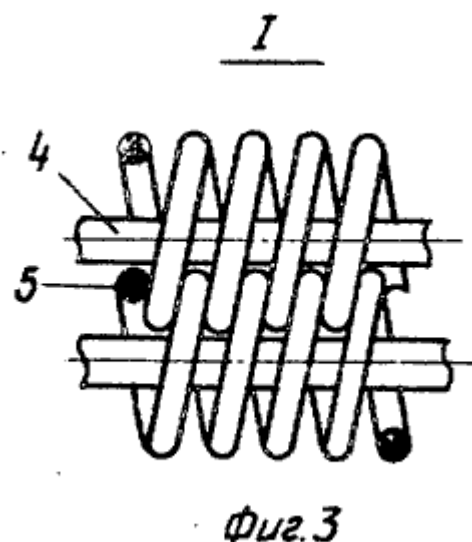


Рис 4.9 Вузол

Трубний млин[10]

Використання: в промбудматеріалах. Суть винаходу: поздовжні перегороди виконані діаметрально, що перетинаються, принаймні, під прямим кутом з чергуючимися вікнами з обох сторін від пересічних перегородок, причому між вікнами на перегородках встановлені направляючі призми, а кінці перегородок можуть бути виконані загнутими проти напрямку обертання. 1 з.п.

У такому млині забезпечується робота тіл, що мелють і матеріалу то в режимі ковзання по перегородці, то в режимі удару об корпус барабана.

Недоліком відомої млини є низька ефективність подрібнення через малу маси тіл, що мелють і матеріалу на кожній перегородці і великий момент опору обертанню, так як в окремі моменти все завантаження знаходиться внизу.

Вказана мета досягається тим, що в трубний млин, який містить обертовий барабан поздовжніми перегородками і мелючими тілами, поздовжні перегородки розташовані діаметрально, принаймні, під прямим кутом з чергуючимися вікнами з обох сторін від центру перетину перегородок причому між вікнами на перегородках можуть бути встановлені направляючі призми, а кінці перегородок можуть бути виконані загнутими проти напрямку обертання.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27

переміщенні тіл, що мелють і матеріалу по перегородках відбувається зіткнення потоків, а це збільшить продуктивність. Знаходження перегородок в одній камері 9, 10 під 90о забезпечує зменшення моменту опору обертанню, що забезпечить економію електроенергії. Загнуті на кінцях перегородки виключають удари та підвищують ефективність подрібнення стиранням, що теж підвищує продуктивність.

Формула винаходу

1. ТРУБНИЙ МЛИН, що містить обертовий барабан з поздовжніми перегородками і мелють тілами, яка відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності подрібнення і зменшення моменту опору обертанню, поздовжні перегородки розташовані діаметрально принаймні під прямим кутом і виконані з чергуються вікнами з обох сторін від центру перетину перегородок.

2. Млин по п.1, що відрізняється тим, що між вікнами на перегородках змонтовані напрямні призми.

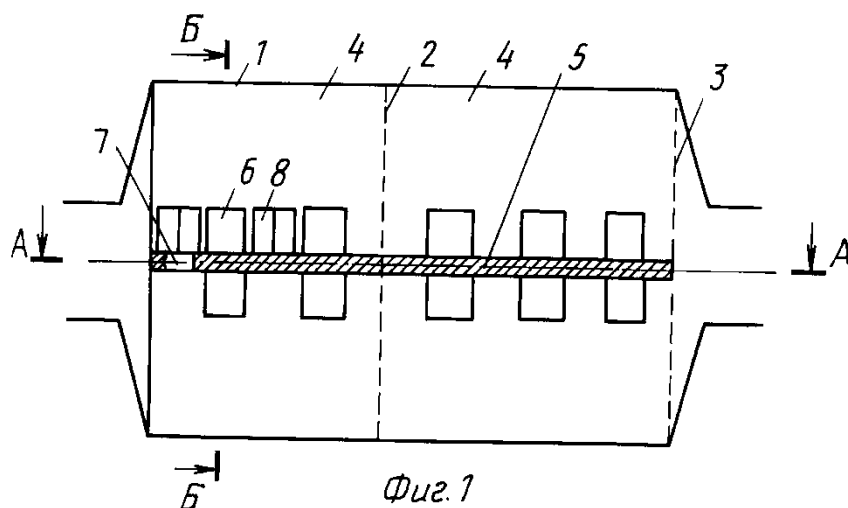


Рис 4.10 Трубний млин

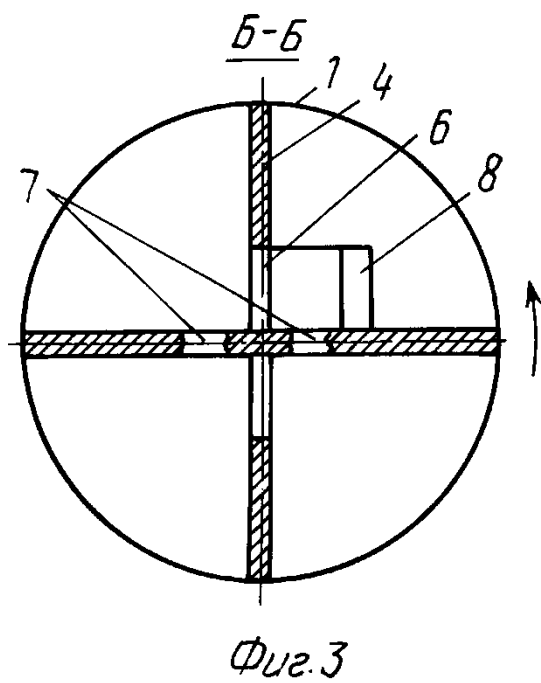
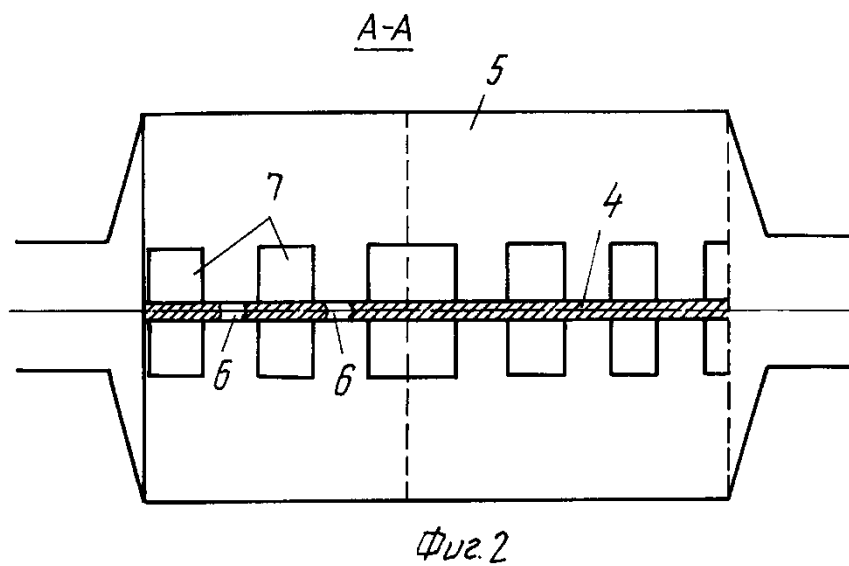


Рис 4.11 Міжкамерна перегородка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.137243.000-70ПЗ

Арк.
29

4.1 Висновок по літературно-патентному огляду

Після проведення літературно-патентного пошуку було обрано патент для модернізації[9]. Недоліком базової конструкції перегородки є мала пропускна здатність. Для ліквідації вказаного недоліку було обрано конструктивне рішення . В процесі обертання млина завантажений матеріал впливає на перегородку то з першої, то з другої камери через півоберта млина. Так як перегородка являє собою 1пружну систему пружин, то вони сприймають динамічне навантаження періодично по обидва боки перегородки, прогинаючись при цьому. Більшій величині прогину пружини перешкоджають стрижні і жорсткість системи пружин, тому діаметр стрижнів менше, ніж звичайної пруткової перегородки, так як система пружин сприймає частину навантаження. Тонко розмелений матеріал проникає між сусідніми витками пружини, причому частково стирається і роздавлюється при прогинанні системи пружин. Але прогин обмежується проникненням між витками пружини цільпесу, коли внутрішній діаметр пружин більше діаметра стрижня на десять діаметрів дроту пружини.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 РОЗРАХУНКИ

Дано:

Модуль пружності: $E = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ Мн} / \text{м}^2$

Границя міцності на стиснення: $\sigma = 80 \text{ Мн} / \text{м}^2$

Об'ємна маса: $\rho = 2,15 \text{ Т} / \text{м}^3$

Внутрішній діаметр барабану: $D_0 = 2,2 \text{ м}$

Довжина барабану: $L_0 = 13 \text{ м}$

Число камер: $n = 4$

$y = 15\%$

Мокрий помел

5.1 Частота обертання барабана:

$$n = \frac{2(5\varphi+2)}{15\sqrt{D_0}} = \frac{2(5 \cdot 0,34+2)}{15\sqrt{2,2}} = 0,332 \text{ об} / \text{с}$$

де φ - коефіцієнт заповнення млина кулями $\varphi = 0,34$.

5.2 Зовнішній діаметр барабана :

$$D = 1,05 D_0 = 1,05 \cdot 2,2 = 2,31 \text{ м}$$

5.2 Довжина камери:

$$L = \frac{1,09 \cdot L_0}{4} = \frac{1,09 \cdot 13}{4} = 3,5 \text{ м}$$

5.3 Діаметр цапфи:

$$D_{ц} = 0,25 D_0 = 0,25 \cdot 2,2 = 0,55 \text{ м}$$

5.4 Об'єм камер:

$$V = \frac{\pi \cdot D_0^2 \cdot L_0}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,2^2 \cdot 13}{4} = 49,39 \text{ м}^3$$

Приймаємо $V = 50 \text{ м}^3$

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Об'єм однієї камери: } V_1 = \frac{V}{4} = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ м}^3$$

5.5 Маса молольних тіл:

$$m_{\text{мол}} = \varphi \cdot \mu \cdot \rho_{\text{мол}} \cdot V = 0,34 \cdot 0,6 \cdot 7,8 \cdot 49,39 = 78,6 \text{ т}$$

де μ - коефіцієнт порожнистості завантаження $\mu = 0,5 \dots 0,6$, приймаємо $\mu = 0,6$

$\rho_{\text{мол}}$ - об'ємна маса молольних тіл $\rho_{\text{мол}} = 7,8 \text{ Т/м}^3$.

5.6 Продуктивність млина:

$$P_{\rho} = 6,45V \cdot \sqrt{D_0 \left(\frac{m_{\text{мол}}}{V} \right)^{0,08}} \quad q \cdot k = 6,45 \cdot 49,39 \cdot \sqrt{2,2 \cdot \left(\frac{78,6}{49,39} \right)^{0,08}} \cdot 0,045 \cdot 1,21 = 26,64 \text{ т/ГОД}$$

де $q = 0,045 \text{ т/кВт}$

k - коефіцієнт тонини помелу, при залишку на ситі №008 $y = 15\%$, обираємо $k = 1,21$

7.7 Потужність двигуна урухомника

$$N = 0,45 \pi g D_0 m_{\text{мол}} \eta / \eta_y = 0,45 \cdot 3,14 \cdot 9,81 \cdot 2,2 \cdot 78,6 \cdot 0,34 / 0,92 = 885 \text{ кВт}$$

$$m_M = 0,14 m_{\text{мол}} = 0,14 \cdot 78,58 = 11 \text{ т}$$

$$\eta_y = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_n \cdot \eta_{\partial 1} \cdot \eta_{e.\partial 2} \cdot \eta_{m.e.\partial 2} = 0,92$$

5.8 Загальна сила тяжіння матеріалу і молольних тіл:

$$G = (m_{\text{мол}} + m_M) \cdot g = (78,6 + 11) \cdot 9,8 = 878 \text{ кН}$$

5.9 Відцентрова сила, виникаюча від мелючих тіл та матеріалу:

$$P_{\text{ц}} = 0,356 G = 0,356 \cdot 878 = 312,5 \text{ кН}$$

5.10 Радіальна складова сили тяжіння:

$$G_p = 0,312 G = 0,312 \cdot 878 = 273,9 \text{ кН}$$

5.11 Тангенціальна сила тяжіння:

$$G_T = 0,545 G = 0,545 \cdot 878 = 478,5 \text{ кН}$$

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.12 Сила тертя між загрузкою і внутрішньою поверхнею барабана:

$$T_{во} = (G_p + P_u) f = (273,9 + 312,5) \cdot 0,35 = 205,2 \text{ кН}$$

Де $f = 0,35$ - коефіцієнт тертя між загрузкою та барабаном.

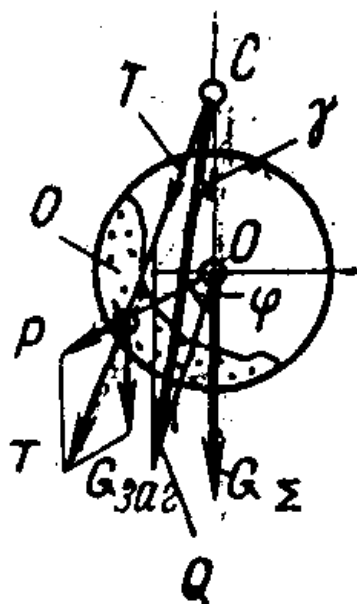
6 Розрахунки на міцність

На міцність розраховуються основні деталі млина, до яких відносяться барабан (корпус) млина, болти, що з'єднують корпус з днищами, деталі приводного пристрою.

Такі деталі млинів, як барабан, цапфи й ін., випробовують на вплив як статичних так і динамічних навантажень, викликаних масою тіл, відцентровими силами. Усе це на ряді з абразивною дією матеріалу, що подрібнюється, вимагає обліку при виборі запасів міцності і якості матеріалу.

6.2. Розрахунок барабана млина.

Розглянемо метод розрахунку на міцність корпусу млина й болтів, що з'єднують фланці (днища) з корпусом. Барабан млина розглядається як балка кільцевого перетину, навантажена згинаючим і крутним моментами. Згинаючі навантаження на корпус млина створюються статичними й інерційними силами.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.137243.000-70ПЗ

Арк.
33

Рис. 6.1. - Схема сил, що діють на корпус млина.

Схема сил, що діють на корпус млина, показана на рис. 6.1.

Статичні навантаження в Н створюються силами ваги обертових частин млина G_{Σ} і завантаження $G_{заг.}$ контактуючої в цей момент з корпусом

$$G_{\Sigma}=G_1+G_2+G_3,$$

де , G_1 , G_2 , і G_3 – сили тяжіння корпусу з футеровкою, фланців і діафрагм, відповідно.

Для розглянутої конструкції

$$G_{\Sigma}=m_k \cdot 9,81=165 \cdot 9,8=1681190H=2,38MH.$$

Сила тяжіння маси завантаження, Н

$$G_{заг}=(m_{мол}+m_{м}) \cdot g=(78,6+11) \cdot 9,8=878кН$$

Центробіжна сила інерції маси завантаження, що рухається по круговій траєкторії, Н

$$P=K_{\varphi} \cdot m_{заг} \cdot \omega^2 \cdot R=5,04 \cdot 89600 \cdot 134,4^2 \cdot 0,95=7,750MH$$

Точка прикладення сил $G_{заг}$ і P визначається радіусом інерції завантаження $R_0 \approx 0,866R$ (де R – внутрішній радіус барабана) і кутом

$$\varphi=\frac{180^{\circ}-\alpha}{2}=62^{\circ}38'.$$

Рівнодіючих сил $G_{заг}$ і P (див. рис. 2) в Н

$$T=\sqrt{P^2+G_{заг}^2-2PG_{заг}\cos(180-\varphi)}=\sqrt{7,75^2+2,38^2-2 \cdot 7,75 \cdot 2,38 \cdot \cos(180-62)}=8,66MH$$

Кут між силами знаходимо по теоремі синусів

$$\gamma=\arccos\left(\frac{G_{заг}+P\cos\varphi}{T}\right)=14^{\circ}31'.$$

Рівнодіючих сил T и G_{Σ} , прикладена, у точці C ,

$$Q=\sqrt{T^2+G_{\Sigma}^2-2TG_{\Sigma}\cos(180-\gamma)}=\sqrt{8,66^2+2,38^2-2 \cdot 8,66 \cdot 2,38 \cdot \cos(180-14)}=10,3MH$$

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність розподіленого навантаження, що діє на корпус млина в площині рівнодіючої Q , Н/м

$$q = \frac{Q}{l} = \frac{10,3}{14,7} = 0,7 \text{ МН}$$

Максимальний згинальний момент, Н·м

$$M_n = \frac{ql^2}{8} = \frac{700000 \cdot 14,7^2}{8} = 18907875 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де l - відстань між підшипниками, м.

На ділянці від муфти до першого (з боку муфти) підшипника діє повний крутний момент, що підводиться до барабана, Н·м

$$M_{0_{кр}} = \frac{1000N}{\omega} = \frac{1000 \cdot 885000}{134,4} = 6584821 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де N - потужність, що підводиться до вала млина, кВт;

ω - кутова швидкість, рад/с.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

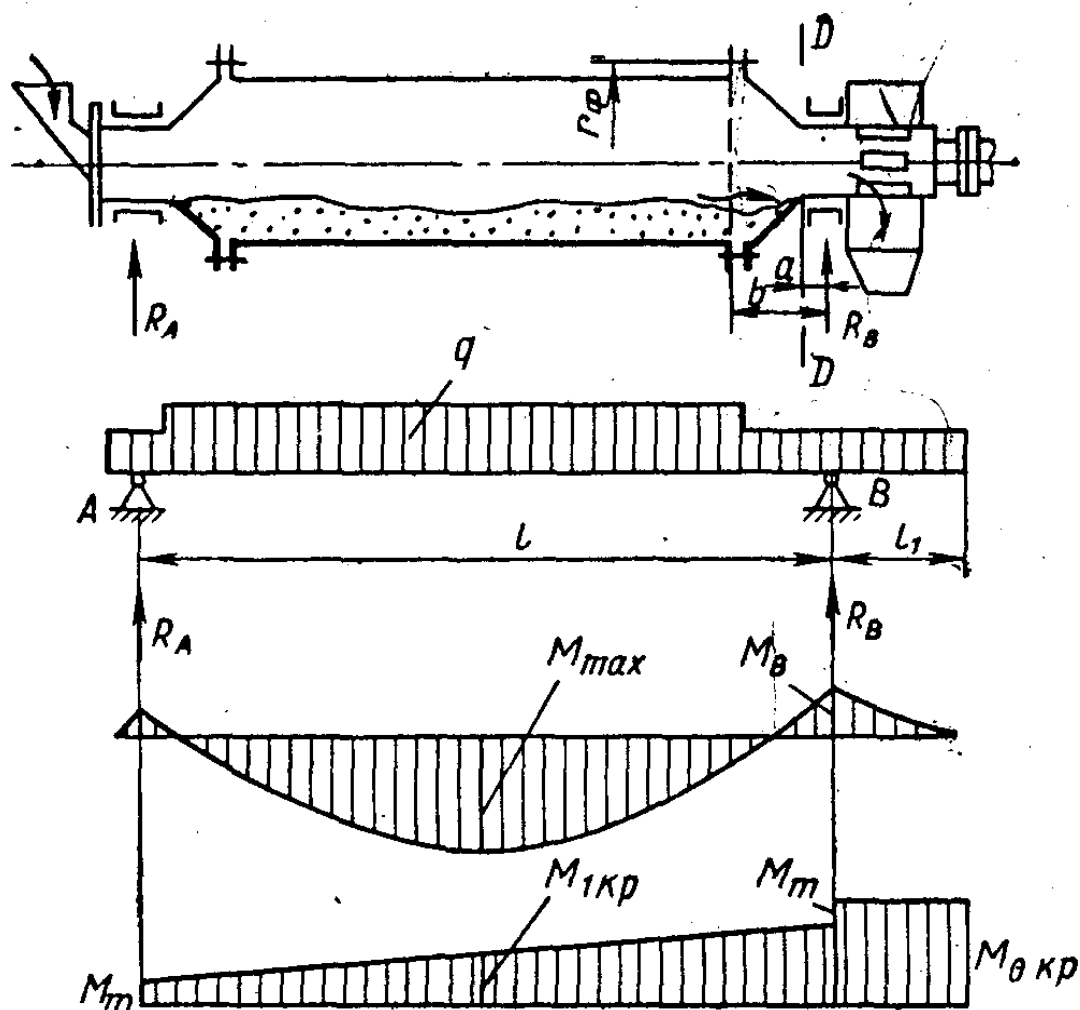


Рис. 6.2. Схема до розрахунку барабанного млина на міцність

По довжині корпусу млина крутний момент змінюється по похилій прямій до величини M_T у лівому підшипнику.

Найнебезпечніший перетин буде посередині прольоту, де наведений момент, Н·м

$$M_{np} = \sqrt{M_n^2 + M_{0кр}^2} = \sqrt{18907875^2 + 6584821^2} = 20021678 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Напруги в цьому перетині, Н/м²

$$\sigma = \frac{M_{np}}{kW} = \frac{20021678}{0,8 \cdot 0,272} = 92011387 \text{ Н/м}^2$$

де $k \approx 0,8$ - коефіцієнт, що враховує ослаблення перетину барабана вирізами й отворами для болтів;

W – момент опору корпусу, м³, визначається по формулі

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$W = \frac{R_3^4 - R_в^4}{R_3} = \frac{1,155^4 - 1,1^4}{1,155} = 0,272 \text{ м}^3$$

де R_3 і $R_в$ – зовнішній і внутрішній діаметри корпусу.

6.2 Розрахунок на міцність цапфи млина

Як показала практика експлуатації кульових млинів, небезпечним перетином днищ є місце переходу циліндричної частини (цапфи) у конічну (власне днище), де можуть бути сховані ливарні пороки.

Вигинаючий момент у перетині А-А дорівнює

$$M_{зг} = R_в \cdot x - \frac{q_3 \cdot l_5^2}{2} - q_3 \cdot l_5 \cdot x - \frac{q_3 \cdot x^2}{2} = 1387 \cdot 0,2 - \frac{131,8 \cdot 1^2}{2} - 131,8 \cdot 1 \cdot 0,2 - \frac{131,8 \cdot 0,2^2}{2} = 182,5 \text{ кН}$$

Приведений момент $M_{пр}$ визначається з рівняння

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{182,5^2 + 1849,7^2} = 1856 \text{ кНм}$$

Напруга від вигину цапфи буде дорівнювати

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{пр}}{W} = \frac{1856000}{0,219} = 8474885,85 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 8,47 \text{ МПа}$$

де W -момент опору вигину;

$$W = 0,8 \frac{R_3^4 - R_в^4}{R_3} = 0,8 \frac{0,9^4 - 0,8^4}{0,9} = 0,219 \text{ м}^3$$

де

R_3 -зовнішній діаметр цапфи, м;

$R_в$ -внутрішній діаметр цапфи, м.

При розрахунку цапфи напруга, що допускається, приймається не вище 20 МПа.

8.3 Розрахунок болтів кріплення сегменту до торцевої кришки

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сегмент кріпиться до торцевої кришки 16 болтами М64 класу міцності 10,9.
Границя текучості болтів по ГОСТ 1759-70 $\sigma_m = 883 \text{ МПа}$

Торцева кришка кріпиться до барабану млина 64 болтами М64. Зовнішнє навантаження на і-й болт з'єднання дорівнює:

$$P_i = \frac{M \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^m Z_i \cdot r_i^2}$$

де $M=3829 \text{ кНм}$ – згинальний момент, сприймаючий болтовими з'єднаннями.

Z_i – число болтів, розміщених на відстані r_i від осі.

m – число болтів.

Згинаючі моменти по перерізам:

$$P_i = \frac{M \cdot R \cdot \sin \varphi_i}{\sum_{j=0}^{m-1} R^2 \cdot \sin^2 \varphi_j};$$

де $R=1,24 \text{ М}$, $\varphi_i = \frac{2\pi}{m}$; $P_i = \frac{2 \cdot M \cdot \sin \varphi_i}{R \cdot m}$.

На болтові з'єднання сегмент-торцева кришка, діє згинальний момент:

$$M^* = \sum_{k=1}^{18} P_k h_k$$

де $h_k = R \cdot \sin \varphi_k - 1,59$,

P_k – обчислюється за формулою P_i .

Зусилля діюче на болт знаходимо за формулою:

$$P^* = \frac{M^*}{n \cdot l}$$

де $n=16$ – кількість болтів у стику,

$l=0,1 \text{ м}$ – відстань від вісі болтового з'єднання до вісі повороту стику.

Сумарне навантаження від дії зовнішніх сил, що припадають на один болт дорівнює:

$$P_0 = P^* + Q^* = 279,31 + 32,4 = 311,7 \text{ кН}$$

З умови точності стику зусилля затяжки повинно дорівнювати:

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\sigma} = K(1 - X)P_{\sigma}.$$

№ болта К	φ_k (рад)	$\sin\varphi_k$	P_k (кН)	h_k (м)	M^* (кНм)	P^*
1, 17	0,785	0,707	34,671	0,135		
2, 16	0,883	0,773	37,907	0,29*6		
3, 15	0,982	0,831	40,752	0,438		
4, 14	1,080	0,882	43,253	0,562		
5, 13	1,178	0,924	45,312	0,665	447,03	279,3
6, 12	1,276	0,957	46,931	0,745		
7, 11	1,374	0,981	48,107	0,803		
8, 10	1,473	0,995	48,794	0,838		
9	1,571	1	49,039	0,85		

де $K=2,5$ – коефіцієнт затяжки для змінного навантаження

$X=0,2$ – коефіцієнт зовнішнього навантаження.

$$T_{\sigma} = 2,5(1 - 0,2) \cdot 311,8 = 623 \text{ кН}$$

Повне осьове зусилля в болті:

$$Q = T_{\sigma} + XP_{\sigma}$$

$$Q = 623 + 0,2 \cdot 311,7 = 685 \text{ кН}$$

Найбільший крутячий момент, діючий на болт при затяжці:

$$M_{кр} = \xi T_{\sigma} \cdot d_1$$

де ξ - коефіцієнт, який залежить від тертя при навантаженні $\xi=0,17$.

$d=0,064$ м – зовнішній діаметр.

$$M_{кр} = 0,17 \cdot 623 \cdot 0,064 = 6,78 \text{ кНм}$$

Нормальне напруження:

$$\sigma = \frac{Q}{F_c}$$

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{де } F_c = 0,785 \cdot 5,7505^2 = 25,96 \text{ м}^2$$

$$\sigma = \frac{685 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}}{25,96 \cdot 10^{-4}} = 264 \text{ МПа}$$

дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d_c^3}$$

$$\tau = \frac{6,78 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 57505^3 \cdot 10^{-6}} = 178 \text{ МПа}$$

Запас міцності за пластичними деформаціями:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}};$$

$$n = \frac{883 \cdot 0,8}{\sqrt{264^2 + 3 \cdot 178^2}} = 1,7$$

Максимальний допустимий запас міцності за пластичними деформаціями:

$[n] = 1,5$, що задовольняє умовам.

6.4 Розрахунки, які підтверджують працездатність машини

Як розрахунок, що підтверджує працездатність машини приведемо розрахунок довговічності підшипників редуктора додаткового привода.

У редукторі встановлені підшипники з короткими циліндричними роликами, тому формула визначення еквівалентного навантаження Р буде мати такий вигляд:

$$F = V \times R \times K_b \times K_t$$

V- коефіцієнт обертання кільця підшипника; V=1, тому що обертається внутрішнє кільце

R- навантаження на підшипник, Н

K_b- коефіцієнт безпеки; K_b= 1,5

K_t- температурний коефіцієнт; K_t=1

Розрахункова довговічність L визначається по формулі:

$$L = \frac{10^6 \cdot \left(\frac{C}{F}\right)^p}{60 \cdot n},$$

де C- динамічна вантажопідйомність, Н

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

p- степенний показник; $p=10/3$

n- частота обертання, об/хв; $n=500$ об/хв

Визначимо величину еквівалентного навантаження і розрахункову довговічність L_h для підшипників вхідного вала

Підшипники вхідного вала

Тип – 2328 середня серія діаметрів, $C=385000$ Н

Навантаження на підшипник $R_1= 70000$ Н

Підставляючи дане значення в формулу отримаємо:

$$F_1=1 \times 70000 \times 1.5 \times 1=105000 \text{ Н}$$

Визначимо величину довговічності підшипника L , год по формулі

$$L = \frac{10^6 * \left(\frac{385000}{105000} \right)^{\frac{10}{3}}}{60 * 500} = 25800 \text{ год}$$

Приймаємо $L = 26000$ годин

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Причини травматизму й професійних захворювань на підприємствах по переробці кам'яних матеріалів можна класифікувати в такий спосіб: технічні причини, викликані конструктивними недоліками в області інженерних рішень по охороні праці дробильних, сортувальних і транспортуючих машин; до цих же причин відносять недосконалість технологічних процесів і несправний стан машин; санітарно-гігієнічні причини: незадовільне освітлення, підвищений рівень шуму, запиленість повітря; організаційні причини: недостатня обученість робітників, відсутність необхідного нагляду за провадженням робіт, порушення технологічного процесу, порушення режиму роботи й відпочинку, низька культура виробництва, використання робітників не за фахом; психологічні й фізіологічні причини: недостатній рівень уваги, ослаблення пам'яті. Вище вже розглядалися приватні питання, пов'язані з охороною праці й технікою безпеки при експлуатації дробильних, сортувальних і транспортуючих машин. Головними небезпеками для здоров'я обслуговуючого персоналу на підприємствах по дробленню кам'яних матеріалів є підвищена запиленість повітря, виробничі шуми, вібрація й поразки електричним струмом. Вміст пилу вимірюють у міліграмах на 1 м³ повітря. Найбільш шкідливою є дрібний пил з розмірами часток до 10 мкм, тому що вони, не затримуючись у верхніх дихальних шляхах, проникають в легені й викликають їхнє захворювання різними видами пневмокониозма (силікозу). Більший пил затримується на слизових оболонках верхніх дихальних шляхів і робить дратівну дію, викликаючи хронічні катари бронхів. Крім того, від тривалого перебування в курній зоні в людини виникають захворювання очей, шкіри. Незначний зміст пилу в повітрі не викликає шкідливих наслідків. Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень установлена санітарними нормами.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист від пилу здійснюють видаленням її з робочої зони, герметизацією цієї зони, застосуванням місцевих відсосів, а також використанням загальної вентиляції. Пил з робочої зони може бути вилучений гідрообезпиленням. Вода, що поступає з форсунок воложить пил, що утворюється, припиняючи поширення його в повітрі. Робочу зону встаткування герметизують за допомогою обгороджуваних кожухів і шляхом установки місцевих відсосів. Для вловлювання в робочій зоні пилу, а також для організації загального повітрообміну застосовують вентиляційні установки, які підрозділяються по способі переміщення повітря, функціональній ознаці й по характеру дії. По способу переміщення повітря вентиляційні установки бувають із природним спонуканням, коли повітрообмін здійснюється за рахунок різниці щільності холодного й теплого повітря, і з механічним спонуканням, коли повітрообмін підтримується засобами вентиляційного устаткування з механічним приводом. По функціональній ознаці вентиляція може бути приточною, витяжною і приточно-витяжною. Залежно від характеру дії розрізняють вентиляцію загальобмінну для повітрообміну в повному обсязі приміщення й місцеву для видалення пилу із зони, де вона утворюється. Механічні коливання машин приводять до коливань повітряного середовища, які є причиною шумів. Сильний і тривалий шум негативно впливає на стан здоров'я. Крім загального стомлення, ослаблення уваги й загальмовування реакції, шум є причиною головного болю, запаморочення, виникнення глухоти, захворювання нервової системи. Найбільш шкідливо діють на організм людини високочастотні, виючі й переривчасті шуми. При шумі 120-140 дБ виникають механічні ушкодження органів слуху. Тривалий вплив шуму в 100-120 дБ на низьких частотах і 80-90 дБ на середніх і високих частотах викликає загальний розлад організму. Знизити рівень шуму до норм, що допускаються гранично, можна такими технологічними й конструктивними рішеннями, які дозволяють послабити шум у джерелі його виникнення. Крім того, варто використовувати конструктивні заходи по звукопоглинанню виникаючого шуму або ізолювати саме джерело шуму. Нерідко всі ці рішення застосовують у сполученні.

					ЛП51.137243.000-70ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ослаблення шуму в джерелах його виникнення можна досягти різними конструктивними заходами. До них ставляться наступні: заміна ударних дій неударними, демпфірування співударяючих металевих частин пружними матеріалами, що поглинають коливальну енергію.

Одним зі шляхів зниження рівня шуму є звукоізоляція вузлів машин або в цілому машин за допомогою кожухів. Їх виготовляють зі сталевих аркушів із внутрішнім облицюванням з войлокаі, пінополіуретану або шлаковати. Кожух установлюють на віброізоляційні прокладки з азбесту, войлокаі або гуми. Застосування кожухів знижує шум до 30 дб. Шум можна трохи знизити, якщо джерело шуму, наприклад дробильне устаткування, розмістити на території підприємства з подветреной сторони стосовно інших будинків.

При безпосередньому контакті тіла людини з токо-провідними частинами установок, що перебувають під напругою, може виникнути електротравматизм, що по ознаці поразки організму підрозділяють на електричні удари й електричні травми. У першому випадку уражується весь організм і особливо його внутрішня частина. У другому випадку відбувається місцева поразка зовнішніх частин тіла. Найнебезпечнішим для людини є електричний удар, при якому порушується серцева, дихальна й мозкова діяльність організму людини. Змінний струм частотою 50 Гц більше небезпечний, чим струм частотою 200 Гц і вище. Захисними мірами, що охороняють робітника від дії електричного струму, є: застосування струму напругою 36 В и нижче, використання поліпшеної ізоляції, створення умов недосяжності, блокування, попереджувальні написи й заземлення елементів електроустановки. Попереджувальні плакати необхідно вивішувати на видних місцях. За допомогою блокування електричне коло розривається перед тим, як робітник може опинитися під напругою. Коливання машин до 15-18 Гц сприймаються організмом людини ізоляційно одне від іншого й відчуються як поштовхи або струси. Ці відчуття викликають нервові порушення.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						44
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

По технічних умовах робоче місце машиніста не повинне мати поштовхів і струсів тривалістю більше 0,03 с. Інтенсивність поштовхів і струсів знижується установкою амортизаторів. Колювання з більшою частотою (понад 18 Гц) і невеликою амплітудою сприймаються разом і відчуються як вібрація. У результаті тривалої вібрації виникає вібраційна хвороба. Зменшити вібрацію машин у джерелі їхнього утворення можна наступними заходами: виключенням у конструкціях ударної взаємодії деталей, заміною зворотно-поступального руху деталей обертовим рухом, виключенням резонансного явища, застосуванням мінімальних допусків у спряженнях деталей, виключенням неврівноваженості деталей.

Для зменшення поширення вібрацій застосовують наступні засоби віброізоляції й вибропоглинання: амортизатори, прокладки й облицювання з вибро-поглинаючих матеріалів і різні типи гасителів коливань.

					<i>ЛП51.137243.000-70ПЗ</i>	Арк.
						45
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Зміст

6.1 Технологія виготовлення кришки підшипника	2
6.1.1 Опис та призначення.....	2
6.1.2. Вибір заготовки для виготовлення кришки підшипника	2
6.1.3 Маршрутні карти, операційні карти, карти ескізів	3
6.2 Вибір та розрахунок пристосування.....	4
6.2.1. Опис та принцип роботи пристосування	4
6.2.2 Розрахунок пристосування	5
Висновки	8
Список літератури	9

					ЛП51_1 111112 000-60П2			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Трубний млин з розробкою між			
Розроб.		Ройко Р.В						
Перевір.		Борщук С.О.						
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.					НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛП-51-			
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						1		

7 ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

7.1. Технологія виготовлення кришки підшипника

7.1.1 Опис та призначення

Кришка підшипника

відноситься до класу деталей типу «диск». Деталі цього класу – тіла обертання, що мають діаметр більше за ширину. Матеріал розглянутою кришки – СЧ 20 (ГОСТ 1412-85)[1].

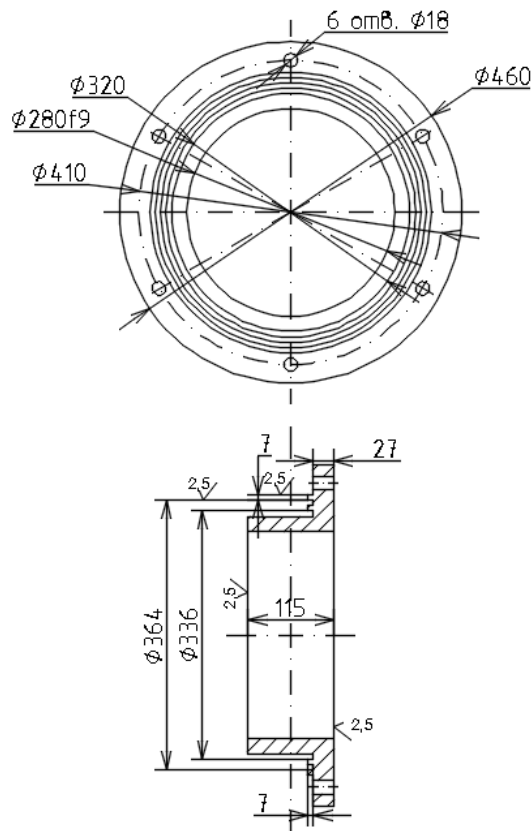


Рис. 6.1. Ескіз деталі «Кришка»

7.1.2. Вибір заготовок для виготовлення ковпачків підшипників

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції кришки

					ЛПБ1_1 111116 01_60П2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ми робимо висновок, що найбільш доцільно використовувати метод лиття в піщаних формах для отримання заготовки. Конфігурація виливки проста, що дозволяє легко видалити його модель з форми. За допомогою штока, поглиблення під отвір $\varnothing 280f9$. [2].

На ескізі заготовки на тонких лініях зображені контури заготовки.

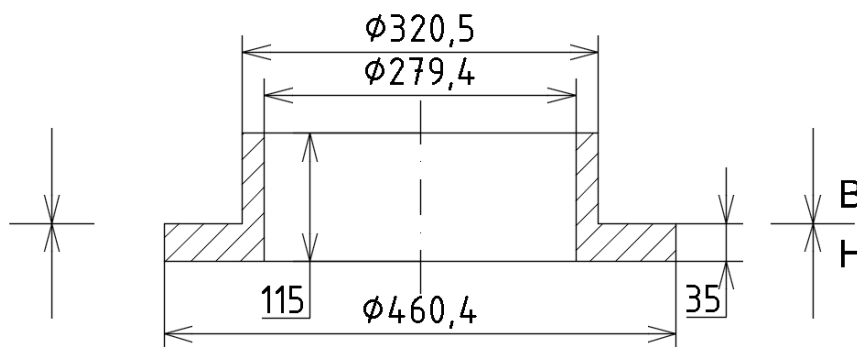


Рис. 7.2. Заготовка деталі «Кришка»

7.1.3 Маршрутні карти, операційні карти, карти ескізів.

Для операцій процесу обробки заготовки (0 0 5, 0 10) використаємо токарний верстат з ЧПУ 16K20 ФЗ. Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні кришки при всіх операціях переробки ми використовуємо спеціальні пристрої з швидким затиском заготовок.

Обробляємо обробку за допомогою стандартного інструменту. Матеріали ріжучої частини різців - тверді сплави T15K6 і T30 K4.

Процес виготовлення кришки наведено в маршрутних, ропераційних і картах ескізів, які наведено нижче

					ЛП51_1 111116 01_60П2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

7.2 Вибір та розрахунок пристосування

7.2.1. Опис та принцип роботи пристосування

Для базування і закріплення деталей на використовуємо спеціалізований трьохкулачковий клиновий патрон. . (LP51-1.1113.001-60СК) [6]. Основними частинами патрона є: корпус 1, кулачок 3, губка 4, фіксатор 2, муфта 5, пружина 7. Муфта 5 має три паза, розташовані під кутом 15° до осі патрона, що включає в себе виступи кулачок 3. Паз і виступ утворюють клинову пару. Передавальне відношення клинового механізму 1: 3, 7, але з урахуванням втрат на тертя, коефіцієнт передачі потужності буде приблизно 2. Кут клина вибирається рівним 15° в умовах отримання максимального затиску. зусилля з довжиною ходу 5 мм. Збільшення кута нахилу клина знижує коефіцієнт передачі потужності, зменшуючи кут нахилу клина, призводить до зменшення ходу кулачка. Картридж має легку заміну кулачка 3. Зміна кулачків спрощується за рахунок 5 отворів під ключ. Після повороту ключем муфти 5 ключа під певним кутом, кулачок легко знімається з муфти. Від довільного повороту муфта 5 закріплена в корпусі 1 підпружиненим фіксатором 2. [4] Зручніше замінити губки 4 або переставити їх відносно кулачків. У процесі обробки заготовки на ній впливає система сил. З одного боку діє система ріжучих тіл, з іншого - на сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів цих сил і з урахуванням коефіцієнта запасу, визначено необхідне затискне і початкове зусилля.

					<i>ЛП51_1 111116 01_60П2</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2.2 Розрахунок пристосування

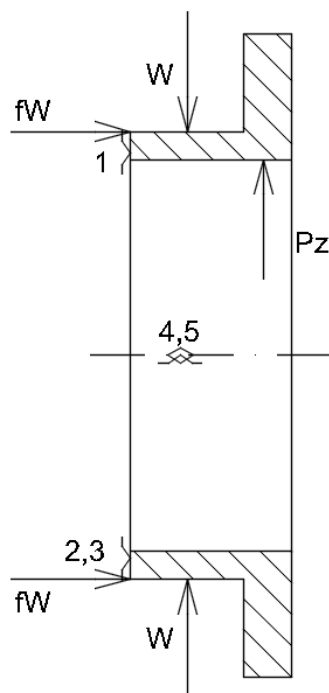


Рис.7.6 Схема сили дії при обробці

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання, що прагне повернути заготовку у кулачках дорівнює[5]:

$$Mp = Pz \cdot r_1.$$

Повороту заготовки перешкоджає момент сили затиску, який визначається наступним чином:

$$Mz = W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r.$$

У приведених формулах прийнято: Pz - головна складова сили різання, що прагне перевернути заготовку; $Pz = 714H$, за попередніми розрахунками; r_1 - радіус обробленої частини деталі; r - радіус

необробленої частини деталі; f - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і губок; $W_{\text{сум}} = W \cdot 3$ - сила затискання деталі губками притисного пристосування.

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r},$$

де K - коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Остаточно, коефіцієнт запасу: $K = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,8$.

Зусилля затиску у притискному пристосуванні, що перешкоджає повороту деталі при обробці:

де $r_1=280\text{мм}$; $r=279,4\text{мм}$;

$f = 0,4$ - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків із рифленою поверхнею.

Приймаємо зусилля затиску W

					<i>ЛПБ1_1 111116 01_60П2</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Атлас конструкций по оборудованию заводов строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1970.
2. Киркач. Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин: [Учеб. Пособие для техн. вузов]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Х.: Основа, 1991. – 276 с.: схем.
3. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. –728 с.: ил.
4. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. –559 с.: ил.
5. Фейгин Л.А. Дробильные, сортировочные и транспортирующие машины. – М.: Высшая школа, 1973. – 240 с.
6. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. – М.: Высшая школа, 1971. – 382с.
7. Малиновский В.В., Коваленко И.В. Методические указания для выполнения курсовых проектов (работ) по дисциплине «Процессы и аппараты отрасли». Раздел «Оборудование для разделения, смешения и питания» для студентов машиностроительных и химико-технологических специальностей. – К.: КПИ, 1988.
8. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Підвищення енергоефективності обертових теплових агрегатів / ВЧЕНІ ЗАПИСКИ ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО Серія: Технічні науки Том 29 (68), Ч.2, № 4, 2018, ст. 68-72. URL:http://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_2/15.pdf

						Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	ДатаД		

9. Щербина В.Ю., Конструкторське проектування обладнання.
Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ,
2018. – 83 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>
10. Щербина В. Ю., Гопка О.Ю., Моделювання роботи млина
«Гідрофол» з модернізованим барабаном/ Збірник доповідей V
Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні технології у
промисловому виробництві». – Суми: СДУ, 2018. Ст. 126-127
URL: [http://r250.sudu.edu.ua/bitstream/123456789/67544/1/](http://r250.sudu.edu.ua/bitstream/123456789/67544/1/Норка_modeliuvannia_mlyna.pdf)
Норка_modeliuvannia_mlyna.pdf
11. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по
технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец.
вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г.
Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-
строение, 1986. – 656 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г.
Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-
строение, 1985. – 496 с.
14. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е,
перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумов. М., "Высш. школа", 1974.
-263с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Дубл.																
Взамін.																
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата		
Розробив	Р о й к о Р . В					НТУУ "КПІ", ІХФ										
Перевірів	Борщук С.О.															
						Кришка підшипника								Н		
Н. контр.																
М01	СЧ 20 ГОСТ 1412-85															
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ						
М02		Кз	50	1					1							
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код, найменування операції				Позначення документу							
Б	Код, найменування обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
А01				005	3608 Токарна				60141.00001; 20141.00001; 10П№ХХ–ХХ							
Б02	38261.ХХХХ Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3					18632	3	10	1	1	1	50	1			
03																
А04				010	3608 Токарна				60141.00002; 20141.00002; 10П№ХХ–ХХ							
Б05	38261.ХХХХ Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3					18632	3	10	1	1	1	50	1			
06																
А07				015	4233 Свердлильна				60141.00003; 20141.00003; 10П№ХХ–ХХ							
Б08	38261.ХХХХ Вертикально-свердлильний верстат 2Н125					18632	3	10	1	1	1	50	1			
09																
А10																
Б11																
12																
А13																
Б14																
15																
А16																
Б17																
МК	Обробка різанням															

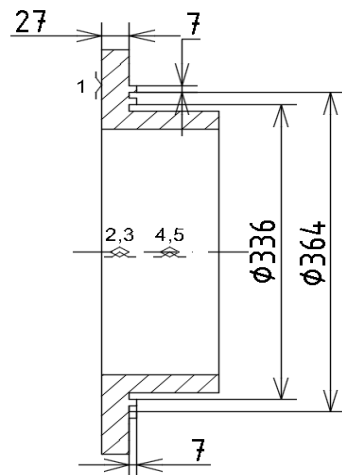
ГОСТ 3.1404-86

Форма 2

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата					

Розробив	Р о й к о Р . В			НТУУ "КПІ", ІХФ							
Перевірів	Борщик С.О.										
				КРИШКА ПІДШИПНИКА					Н		010
Н. контр.											



Назва операції				Матеріал		
Токарна				СЧ 20 ГОСТ 1412-85		
Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	Коод
	кг	50				
Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми		
Токарний верстат з ЧПУ 16К20Ф3						
То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР		
				Емульсія		

Р		ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v
P01	1. Точити Ø 336 начорно, начисто;								
T02	2. Підрізати торець;								
O03	3. Точити пази шириною 7мм начорно, начисто.								
O04									
T05									
T06									
P07									
O08									
O09									
O10									

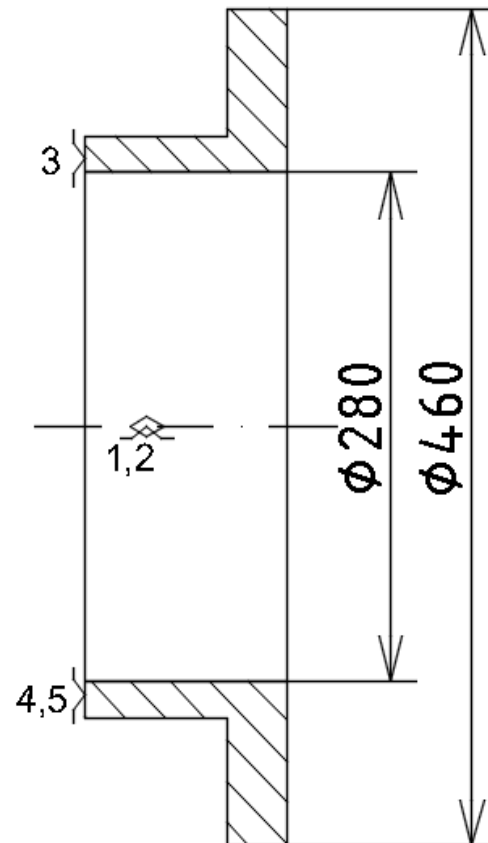
ОК

Обробка різанням

[illegible]

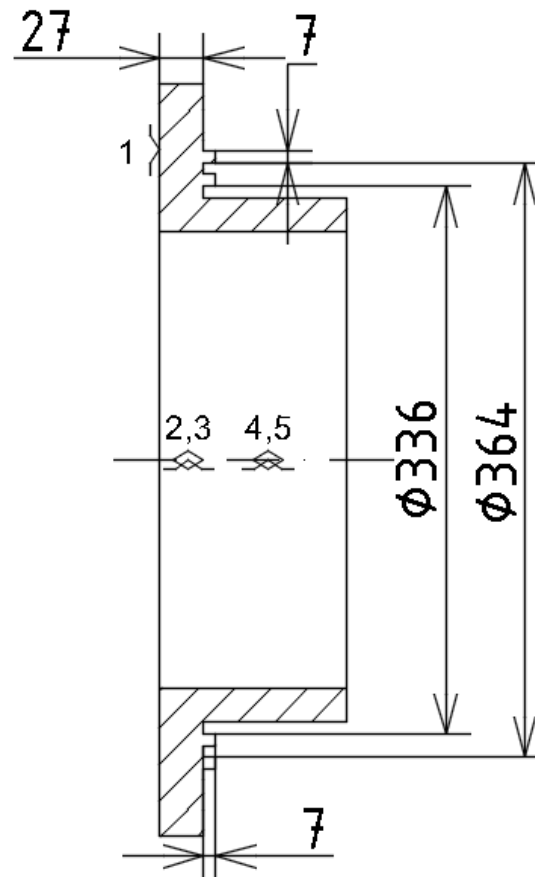
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Р о й к о Р . В .			НТУУ "КПІ", ІХФ		005			
Перевірів	Борщук С.О.								
				КРИШКА ПІДШИПНИКА			Н		
Н. контр.									



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Р о й к о Р . В .			НТУУ "КПІ", ІХФ		010			
Перевірів	Борщук С.О.								
				КРИШКА ПІДШИПНИКА			Н		
Н. контр.									



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
----	----	--------	--------	------

Розробив	Р о й к о Р . В .			НТУУ "КПІ", ІХФ		015			
Перевірів	Борщук С.О.								
				КРИШКА ПІДШИПНИКА			Н		
Н. контр.									

